

30.08.00

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D 18 SEP 2000

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

09/830121

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 8月31日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第245836号

出 願 人

Applicant (s):

東京エレクトロン株式会社

JP00/05858

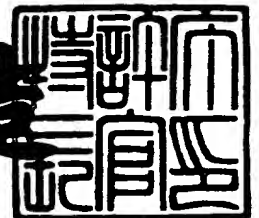
E K U

PRIORITY
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 7月14日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3054791

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP990122

【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志 殿

【国際特許分類】 H01L 21/205

【発明者】

 【住所又は居所】 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 番地 東京エレクトロ
ン株式会社 総合研究所内

 【氏名】 神力 博

【発明者】

 【住所又は居所】 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 6 5 0 番地 東京エレクトロ
ン株式会社 総合研究所内

 【氏名】 松本 賢治

【特許出願人】

 【識別番号】 000219967

 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

 【代表者】 東 哲郎

【代理人】

 【識別番号】 100090125

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 浅井 章弘

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 049906

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9105400

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 成膜処理装置及び成膜処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 原料ガスと酸化剤ガスとを処理容器内に導入し、被処理体に所定の膜を成膜する成膜処理装置であって、
前記原料ガスと酸化剤ガスとを前記処理容器内に導入可能に構成された処理ガス導入手段と、
前記処理容器内を所定の真空度に排気可能に構成された排気手段と、
成膜処理工程の際、
第 1 の真空雰囲気時には、前記原料ガスを前記被処理体中央部付近に、かつ、前記酸化剤ガスを前記被処理体周辺部付近に供給し、
さらに、第 1 の真空雰囲気により高圧の第 2 の真空雰囲気時には、前記原料ガスと前記酸化剤ガスとを前記被処理体略全面に対して供給可能に構成された、処理ガス供給手段と、
を備えたことを特徴とする成膜処理装置。

【請求項 2】 前記被処理体を載置する載置台と前記処理ガス導入手段との間の距離を可変にするために前記載置台と前記ガス導入手段の少なくとも一方を相対的に上下動させる昇降機構を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の成膜処理装置。

【請求項 3】 前記第 1 の真空雰囲気の処理は 1 0 0 m T o r r 以下の圧力で行なわれ、前記第 2 の真空雰囲気の処理は 1 0 0 m T o r r より高い圧力で行なわれることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の成膜処理装置。

【請求項 4】 前記第 1 の真空雰囲気処理の際、前記ガス導入手段と前記被処理体の間の距離を第 1 の距離とし、前記第 2 の真空雰囲気処理の際、前記ガス導入手段と前記被処理体の間の距離を第 2 の距離とし、且つ前記第 1 の距離は前記第 2 の距離より長いことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の成膜処理装置。

【請求項 5】 前記原料ガスは、 $Pb(DPM)_2$ と、 $Zr(t-OC_4H_9)$

$Zr(DPM)_4$ 、 $Zr(i-OC_3H_7)_4$ 、 $Zr(C_5H_7O_2)_4$ 、 $Zr(C_5HF_6O_2)_4$ よりなる群から選択される少なくとも1つと、及び $Ti(i-OC_3H_7)_4$ 、 $Ti(i-OC_3H_7)_2(DPM)_2$ よりなる群から選択される少なくとも1つとからなる有機金属原料の混合ガスであり、前記酸化剤ガスは NO_2 、 O_2 、 O_3 、 N_2O よりなる群から選択される少なくとも1つであり、前記第1の真空雰囲気処理時には前記原料ガス中には Zr 系原料ガスが含まれないことを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の成膜処理装置。

【請求項6】 前記処理ガス導入手段内の前記原料ガスと前記酸化剤ガスとの圧力を検出する圧力検出手段と、前記原料ガスと前記酸化剤ガスの少なくとも一方に希釈ガスを導入する希釈ガス導入手段と、前記圧力検出手段の検出値に基づいて前記両ガスの圧力が実質的に同一になるように前記希釈ガスの導入量を制御する希釈ガス導入量制御手段とを備えたことを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の成膜処理装置。

【請求項7】 原料ガスと酸化剤ガスとを噴射孔より処理容器内へ個別に導入して被処理体に成膜処理を施す成膜処理装置において、前記原料ガス或いは酸化剤ガスのいずれか一方のガスを導入するための第1のガス導入手段と、この第1のガス導入手段の周囲に設けられて前記他方のガスを導入するための第2のガス導入手段とを備えたことを特徴とする成膜処理装置。

【請求項8】 前記原料ガスは、 $Pb(DPM)_2$ と、 $Zr(t-OC_4H_9)_4$ 、 $Zr(DPM)_4$ 、 $Zr(i-OC_3H_7)_4$ 、 $Zr(C_5H_7O_2)_4$ 、 $Zr(C_5HF_6O_2)_4$ よりなる群から選択される1つと、及び $Ti(i-OC_3H_7)_4$ 、 $Ti(i-OC_3H_7)_2(DPM)_2$ よりなる群から選択される少なくとも1つとからなる有機金属原料の混合ガスであり、前記酸化剤ガスは NO_2 、 O_2 、 O_3 、 N_2O よりなる群から選択される少なくとも1つであり、前記第1の真空雰囲気処理時には前記原料ガス中には Zr 系原料ガスが含まれないことを特徴とする請求項7記載の成膜処理装置。

【請求項9】 原料ガスと酸化剤ガスとを供給し、被処理体に成膜処理を施す方法であって、

前記成膜処理工程は、

第1の真空雰囲気にて行なう第1処理工程と、

前記第1の真空雰囲気より高圧の第2の真空雰囲気にて行なう第2処理工程と、

備え、

前記第1の処理工程の際、前記原料ガスを前記被処理体中央部付近に供給し、

かつ、前記酸化剤ガスを前記被処理体周辺部付近に供給することを特徴とする成膜処理方法。

【請求項10】 前記第2処理工程の際、前記原料ガスと前記酸化剤ガスとを前記被処理体略全面に対して供給することを特徴とする請求項9記載の成膜処理方法。

【請求項11】 前記被処理体を載置する載置台を相対的に上下動させることにより、前記第1の処理工程の際前記ガスを導入するガス導入手段と前記被処理体の間の第1距離を、前記第2の処理工程の際前記ガスを導入するガス導入手段と前記被処理体の間の第2距離よりも長い距離で成膜処理をすることを特徴とする請求項9または10記載の成膜処理方法。

【請求項12】 前記原料ガスと前記酸化剤ガスとの圧力を検出し、この検出圧力が実質的に同一になるように前記原料ガスと前記酸化剤ガスの内の少なくともいずれか一方に希釈ガスを導入してその流量を制御するようにしたことを特徴とする請求項10又は11記載の成膜処理方法。

【請求項13】 前記第1の真空雰囲気は100mTorr以下の圧力であり、前記第2の真空雰囲気は100mTorrより大きい圧力であることを特徴とする請求項10乃至12のいずれかに記載の成膜処理方法。

【請求項14】 原料ガスと酸化剤ガスとを処理容器内へ個別に導入して被処理体に成膜処理を施す成膜処理方法において、前記原料ガスを第1のガス導入手段から導入し、前記第2のガス導入手段により前記酸化剤ガスを前記第1のガス導入手段の周囲より導入するようにしたことを特徴とする成膜処理方法。

【請求項15】 前記原料ガスは、 $\text{Pb}(\text{DPM})_2$ と、 $\text{Zr}(\text{t-OC}_4\text{H}_9)_4$ 、 $\text{Zr}(\text{DPM})_4$ 、 $\text{Zr}(\text{i-OC}_3\text{H}_7)_4$ 、 $\text{Zr}(\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2)_4$ 、 $\text{Zr}(\text{C}_5\text{HF}_6\text{O}_2)_4$ よりなる群から選択される少なくとも1つと、及び

$Ti(i-OC_3H_7)_4$ 、 $Ti(i-OC_3H_7)_2$ (DPM)₂ よりなる群から選択される少なくとも1つとからなる有機金属原料の混合ガスであり、前記酸化剤ガスは NO_2 、 O_2 、 O_3 、 N_2O よりなる群から選択される少なくとも1つであり、前記第1の真空雰囲気処理時には前記原料ガス中にはZr系原料ガスが含まれないことを特徴とする請求項9乃至14のいずれかに記載の成膜処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体ウエハ等に成膜処理を施す成膜処理装置及び成膜処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

PZT膜は、 $Pb(DPM)_2$ (=Bisdipivaloylmethanatolead: $Pb(C_{11}H_{19}O_2)_2$)、 $Zr(t-OC_4H_9)_4$ (=Tetratertiarybutoxyzirconium) 及び $Ti(i-OC_3H_7)_4$ (=Tetraisopropoxytitanium) よりなる有機金属材料と酸化剤として例えば NO_2 とを用いてCVD (Chemical Vapor Deposition) 装置により、 $Pb(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$ のペロブスカイト構造の結晶膜を形成することにより得られる。尚、Pbは鉛、Zrはジルコニウム、Tiはチタンをそれぞれ示す。このPZT膜は特に、第2世代のプレーナスタック型FeRAMのメモリキャパシタ材として注目を浴びている。

【0003】

一般に、PZT膜などの酸化物薄膜を結晶状態で堆積するには、被堆積ウエハを600℃程度の高温に加熱する必要がある。しかし、被堆積ウエハにAlの配線等の熱に弱い構造がすでに形成されている場合は、プロセスの低温化のために結晶核形成と成膜プロセスの2段階にプロセスを分けて行なう必要がある。この2つのプロセスは、最適な真空度が同じであるとは限らない。そこで、高真空プ

ロセスと低真空プロセスを1つのチャンバーで行なう必要が生じる。しかし、現在のところ、1つのチャンバーで高真空と低真空の両プロセスに適応したシャワーヘッドは無いので、やむなく2つのチャンバーで分担してプロセスを実施しなければならなかった。

【0004】

有機金属原料(MO)はその蒸気圧の低さから、ガスとして用いるには加熱する必要があるが、加熱しているために配管内で酸化剤と出会うとたちまち反応して配管内で堆積したり、パーティクルとなったりする。そこで、この種の原料を用いる際は、原料と酸化剤をシャワーヘッドから出たところではじめて混ざるような構成、すなわちポストミックス型シャワーヘッドを用いるのが通例である。しかし、シャワーヘッドの構造上、有機金属原料と酸化剤の貯留領域の隙間を無くすことは難しいので内部リークが発生し、シャワーヘッド内で堆積したり、パーティクルとなったりしていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、低温でPZT膜を形成でき、しかも成膜速度も大きな成膜処理装置及び成膜処理方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明者等は、最初は例えばシャワーヘッド部中心側から原料ガスを流し、その周囲より酸化剤ガスを流した状態で高真空で結晶核膜を成長させ、その後、シャワーヘッド部の全面より原料ガスと酸化剤ガスとを略均一分布で流した状態で低真空で膜成長させることにより、低温で良質なPZT膜が形成することができ、しかも成膜レートも高くすることができる、という知見を得ることにより、本発明に至ったものである。

【0007】

請求項1に規定する発明は、原料ガスと酸化剤ガスとを処理容器内に導入し、被処理体に所定の膜を成膜する成膜処理装置であって、前記原料ガスと酸化剤ガ

スとを前記処理容器内に導入可能に構成された処理ガス導入手段と、前記処理容器内を所定の真空度に排気可能に構成された排気手段と、成膜処理工程の際、第1の真空雰囲気時には、前記原料ガスを前記被処理体中央部付近に、かつ、前記酸化剤ガスを前記被処理体周辺部付近に供給し、さらに、第1の真空雰囲気により高圧の第2の真空雰囲気時には、前記原料ガスと前記酸化剤ガスとを前記被処理体略全面に対して供給可能に構成された、処理ガス供給手段とを備えるようにする。

このように、原料ガスを処理ガス導入手段である、例えばシャワーヘッド本体の内周ゾーンから供給し、酸化剤ガスを外周ゾーンから供給した状態で高真空処理を行なうことにより結晶核が堆積され、次に、上記両ガスをシャワーヘッド本体から略均一に供給した状態で低真空処理を行なうことにより、高い成膜レートで且つ、低温で結晶核をベースに結晶膜を堆積させることが可能となる。

請求項2に規定するように、前記被処理体を載置する載置台と前記処理ガス導入手段との間の距離を可変にするために前記載置台と前記ガス導入手段の少なくとも一方を相対的に上下動させる昇降機構を設けるようにしてもよい。これによれば、シャワーヘッド本体と被処理体との間の距離を可変にできる。

【0008】

請求項3に規定するように、例えば前記第1の真空雰囲気の処理は100mTorr以下の圧力で行なわれ、前記第2の真空雰囲気の処理は100mTorrより高い圧力で行なわれるようにする。

請求項4に規定するように、例えば前記第1の真空雰囲気処理の際、前記ガス導入手段と前記被処理体の間の距離を第1の距離とし、前記第2の真空雰囲気処理の際、前記ガス導入手段と前記被処理体の間の距離を第2の距離とし、且つ前記第1の距離は前記第2の距離より長く設定する。これによれば、ガスを有効に利用して高い成膜レートで膜を堆積させることができる。

請求項5に規定するように、例えば前記原料ガスは、 $Pb(DPM)_2$ と、 $Zr(t-OC_4H_9)_4$ 、 $Zr(DPM)_4$ 、 $Zr(i-OC_3H_7)_4$ 、 $Zr(C_5H_7O_2)_4$ 、 $Zr(C_5HF_6O_2)_4$ よりなる群から選択される少なくとも1つと、及び $Ti(i-OC_3H_7)_4$ 、 $Ti(i-OC_3H_7)_2$ (D

PM)₂ よりなる群から選択される少なくとも1つとからなる有機金属原料の混合ガスであり、前記酸化剤ガスはNO₂、O₂、O₃、N₂Oよりなる群から選択される少なくとも1つであり、前記第1の真空雰囲気処理時には前記原料ガス中にはZr系原料ガスが含まれない。

請求項6に規定するように、前記処理ガス導入手段内の前記原料ガスと前記酸化剤ガスとの圧力を検出する圧力検出手段と、前記原料ガスと前記酸化剤ガスの少なくとも一方に希釈ガスを導入する希釈ガス導入手段と、前記圧力検出手段の検出値に基づいて前記両ガスの圧力が実質的に同一になるように前記希釈ガスの導入量を制御する希釈ガス導入量制御手段とを備えるようにしてもよい。

これによれば、処理ガス導入手段としての、例えばシャワーヘッド本体内部における原料ガスの貯留空間と酸化剤ガスの貯留空間との間の圧力差が実質的にゼロになり、従って、シャワーヘッド本体内部で両ガスが混ざるようなリークが発生することはほとんどなくなり、混入反応に伴うパーティクルの発生を抑制することが可能となり、しかも一旦処理空間に噴出したガスが他のガスの噴射孔から逆流することも阻止することが可能となる。

【0009】

請求項7に規定するように、原料ガスと酸化剤ガスとを噴射孔より処理容器内へ個別に導入して被処理体に成膜処理を施す成膜処理装置の処理ガス導入手段において、前記原料ガス或いは酸化剤ガスのいずれか一方のガスを導入するための第1のガス導入手段と、この第2のガス導入手段の周囲に設けられて前記他方のガスを導入するための第2のガス導入手段とを備えるようにする。

このように、原料ガスもしくは酸化剤ガスのどちらか一方のみを例えば第1のガス導入手段であるシャワーヘッド部を用いてウエハに供給し、残りの一方はシャワーヘッド部以外の第2のガス導入手段により供給することによって、コンパクトで単純な内部構造でありながら均一なガス供給を行なうことができる。

【0010】

請求項8に規定するように、例えば前記原料ガスは、Pb(DPM)₂と、Zr(t-OC₄H₉)₄、Zr(DPM)₄、Zr(i-OC₃H₇)₄、Zr(C₅H₇O₂)₄、Zr(C₅HF₆O₂)₄よりなる群から選択される少な

くとも1つと、及び $Ti(i-OC_3H_7)_4$ 、 $Ti(i-OC_3H_7)_2$ (DPM)₂ よりなる群から選択される少なくとも1つとからなる有機金属原料の混合ガスであり、前記酸化剤ガスは NO_2 、 O_2 、 O_3 、 N_2O よりなる群から選択される少なくとも1つであり、前記第1の真空雰囲気処理時には前記原料ガス中にはZr系原料ガスが含まれない。

請求項9は、原料ガスと酸化剤ガスとを供給し、被処理体に成膜処理を施す方法であって、前記成膜処理工程は、第1の真空雰囲気にて行なう第1処理工程と、前記第1の真空雰囲気より高圧の第2の真空雰囲気にて行なう第2処理工程と、備え、前記第1の処理工程の際、前記原料ガスを前記被処理体中央部付近に供給し、かつ、前記酸化剤ガスを前記被処理体周辺部付近に供給する。このように、まず最初に極めて薄いPTO結晶核層を形成することができる。

【0011】

請求項10に規定するように、例えば前記第2処理工程の際、前記原料ガスと前記酸化剤ガスとを前記被処理体略全面に対して供給する。

このように、前記第1の真空雰囲気で形成されたPTO層を結晶核として第2の真空雰囲気でPZT膜を形成することができる。また、低真空での成膜より成膜速度を改善できる。

請求項11に規定するように、例えば前記被処理体を載置する載置台を相対的に上下動させることにより、前記第1の処理工程の際前記ガスを導入するガス導入手段と前記被処理体の間の第1距離を、前記第2の処理工程の際前記ガスを導入するガス導入手段と前記被処理体の間の第2距離よりも長い距離で成膜処理をする。これによれば、ガスを有効に利用して高い成膜レートで膜を堆積させることができる。

請求項12に規定する発明は、請求項6に規定する装置を用いて行なわれる成膜処理方法を規定したものであり、前記原料ガスと前記酸化剤ガスとの圧力を検出し、この検出圧力が実質的に同一になるように前記原料ガスと前記酸化剤ガスの内の少なくともいずれか一方に希釈ガスを導入してその流量を制御する。

【0012】

この場合、請求項13に規定するように、前記第1の真空雰囲気は100mT

o r r 以下の圧力であり、前記第 2 の真空雰囲気は 1 0 0 m T o r r より大きい圧力である。

請求項 1 4 に規定する発明は、請求項 5 に規定する装置を用いて行なわれる成膜処理方法を規定したものであり、原料ガスと酸化剤ガスとを処理容器内へ個別に導入して被処理体に成膜処理を施す成膜処理方法において、前記原料ガスを第 1 のガス導入手段であるシャワーヘッド部から導入し、前記酸化剤ガスを前記第 2 のガス導入手段であるシャワーヘッド部の周囲より導入するようにしたものである。

また、請求項 1 5 に規定するように、例えば前記原料ガスは、 $Pb(DPM)_2$ と、 $Zr(t-OC_4H_9)_4$ 、 $Zr(DPM)_4$ 、 $Zr(i-OC_3H_7)_4$ 、 $Zr(C_5H_7O_2)_4$ 、 $Zr(C_5HF_6O_2)_4$ よりなる群から選択される少なくとも 1 つと、及び $Ti(i-OC_3H_7)_4$ 、 $Ti(i-OC_3H_7)_2(DPM)_2$ よりなる群から選択される少なくとも 1 つとからなる有機金属原料の混合ガスであり、前記酸化剤ガスは NO_2 、 O_2 、 O_3 、 N_2O よりなる群から選択される少なくとも 1 つであり、前記第 1 の真空雰囲気の処理時には前記原料ガス中には Zr 系原料ガスが含まれない。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係る成膜処理装置及び成膜処理方法の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

図 1 は本発明に係る成膜処理装置を示す構成図、図 2 は図 1 中に示す処理ガス導入手段であるシャワーヘッド部のガス噴射面を示す平面図、図 3 はシャワーヘッド部を示す断面図である。ここでは、材料ガスとして $Pb(DPM)_2$ 、 $Zr(t-OC_4H_9)_4$ 及び $Ti(i-OC_3H_7)_4$ を用い、これらを混合させて原料ガスとし、また、酸化剤ガスとして NO_2 ガスを用いて、PZT 膜を成膜する場合を例にとって説明する。

【0014】

この成膜処理装置 2 は、図示するように例えばアルミニウムにより筒体状に成形された処理容器 4 を有している。この処理容器 4 の底部 6 の中心部には、給電

線挿通孔 8 が形成されると共に周辺部には、真空引きポンプ、例えばターボ分子ポンプ 1 0 及びドライポンプ 1 2 を介設した真空排気系 1 4 に接続された排気口 1 6 が設けられており、容器内部を真空引き可能としている。この排気口 1 6 は、容器底部 6 に複数個、例えば等間隔で同一円周上に 4 個程度設けられ、各排気口 1 6 は、真空排気系 1 4 により共通に連通されている。

【 0 0 1 5 】

この処理容器 4 内には、非導電性材料、例えばアルミナ製の円板状の載置台 1 8 が設けられ、この載置台 1 8 の下面中央部には下方に延びる中空円筒状の脚部 2 0 が一体的に形成され、この脚部 2 0 の下端は上記容器底部 6 の給電線挿通孔 8 の周辺部に伸縮可能になされたベローズ 1 6 0 及びＯリング等のシール部材（図示せず）を介在させてボルト等を用いて気密に取り付け固定される。従って、この中空脚部 2 0 内は、外側に開放され、処理容器 4 内に対して気密状態となっている。そして、この載置台 1 8 は、上記中空脚部 2 0 内を挿通させた昇降機構 1 6 2 に取り付けられており、載置台 1 8 とシャワーヘッド部 5 0 との間の距離を相対的に可変にしている。尚、載置台 1 8 に代えて、シャワーヘッド部 5 0 側を上下動可能としてもよい。

上記載置台 1 8 には、加熱手段として例えば、SiC によりコーティングされたカーボン製の抵抗発熱体 2 2 が埋め込まれており、この上面側に載置される被処理体としての半導体ウエハ W を所望の温度に加熱し得るようになっている。

【 0 0 1 6 】

上記抵抗発熱体 2 2 には、絶縁された給電用のリード線 2 8 が接続され、このリード線 2 8 は、処理容器 4 内に晒すことなく円筒状の脚部 2 0 内及び給電線挿通孔 8 を通って外へ引き出され、開閉スイッチ 3 0 を介して給電部 3 2 に接続される。尚、ウエハを加熱する加熱手段として上記抵抗発熱体 2 2 に代え、ハロゲンランプ等の加熱ランプを用いて加熱するようにしてもよい。

【 0 0 1 7 】

載置台 1 8 の周辺部の所定の位置には、複数のリフタ孔 4 0 が上下方向に貫通させて設けられており、このリフタ孔 4 0 内に上下方向に昇降可能にウエハリフタピン 4 8 が収容されており、ウエハ W の搬入・搬出時に図示しない昇降機構に

よりリフタピン 4 8 を昇降させることにより、ウエハ W を持ち上げたり、持ち下げたりするようになっている。このようなウエハリフタピン 4 8 は、一般的にはウエハ周縁部に対応させて 3 本設けられる。

また、処理容器 4 の天井部には、本発明の特徴とする処理ガス導入手段として、ここでは例えばシャワーヘッド部 5 0 が一体的に設けられた天井板 5 1 がリング等のシール部材 5 3 を介して気密に取り付けられており、上記シャワーヘッド部 5 0 は載置台 1 8 の上面の略全面を、或いはこれよりも広く覆うように対向させて設けられ、載置台 1 8 との間に処理空間 S を形成している。このシャワーヘッド部 5 0 は処理容器 4 内に成膜用の原料ガスと酸化剤ガスとをシャワー状にそれぞれに個別に導入するものであり、このシャワーヘッド部 5 0 のシャワーヘッド本体 5 5 の下面のガス噴射面 5 7 にはそれぞれのガスを個別に噴出するための多数の噴射孔として、原料ガス用の噴射孔 5 2 と酸化剤ガス用の噴射孔 5 4 がそれぞれ形成される。図 2 に示すように、両噴射孔 5 2、5 4 はそれぞれガス噴射面 5 7 の略全面に均等に分布されている。図示例では原料用ガスの噴射孔 5 2 の直径を大きくし、逆に酸化剤ガス用の噴射孔 5 4 の直径を小さく記載しているが、これは図面の理解を容易にするためであり、両噴射孔 5 2、5 4 の直径は同一でもよく、或いは図示例のように、逆に差をつけてもよい。

【0018】

このシャワーヘッド本体 5 5 内は、原料ガス用ヘッド空間 5 6 と酸化剤ガス用ヘッド空間 5 8 とに 2 つに大きく区画分離されている。

更に、原料ガス用ヘッド空間 5 6 は同心円状になされた複数のリング状の内周原料ガス用ヘッド空間 5 6 A と、その外側に位置させて同じく同心円状になされた複数のリング状の外周原料ガス用ヘッド空間 5 6 B とに区画分離されている。ここでリング状の内周原料ガス用ヘッド空間 5 6 A 同士は図示しない通路により互いに連通されており、また、リング状の外周原料ガス用ヘッド空間 5 6 B 同士も図示しない通路により互いに連通されている。

また、同様に、酸化剤ガス用ヘッド空間 5 8 も、中心部に位置する内周酸化剤ガス用ヘッド空間 5 8 A とその外側に位置するリング状の外周酸化剤ガス用ヘッド空間 5 8 B とに区画分離されている。従って、シャワーヘッド本体 5 5 内は、

大きくは4つの空間56A、56B、58A、58Bに区画分離されている。尚、この4つの空間の区画状態は単に一例を示したに過ぎず、どのような形状で各空間が区画されてもよいのは勿論である。

【0019】

上記内周原料ガス用ヘッド空間56Aに連通するガス導入ポート60には第1原料供給通路62が接続され、また、外周原料ガス用ヘッド空間56Bに連通するガス導入ポート64には第2原料供給通路66が接続される。この両原料供給通路62、66の途中にはそれぞれ、第1開閉弁67A及び第2開閉弁67Bが介設されている。

そして、両原料供給通路62、66は合流された後、3つの分岐路68A、68B、68Cに分岐される。そして、各分岐路68A、68B、68Cには、それぞれ例えばマスフローコントローラのような流量制御器70A、70B、70Cが介設されており、それぞれ材料ガスとして所定量の $Pb(DPM)_2$ ガス、 $Zr(t-OC_4H_9)_4$ ガス及び $Ti(i-OC_3H_7)_4$ ガスを流すようになっている。従って、これらの3種のガスは途中で混合されて原料ガスとなり、内外周原料ガス用ヘッド空間56Aまたは56B内へ後述するように選択的に導入されるようになっている。尚、上記第1及び第2原料供給通路62、66や分岐路68A、68B、68Cには、再液化防止用のテープヒータ（図示せず）が巻回されている。また、分岐路68BにもZr材料の供給及び供給停止をコントロールする第5開閉弁67Eが介設される。

【0020】

また、上記内周酸化剤ガス用ヘッド空間58Aに連通するガス導入ポート72には第1酸化剤供給通路74が接続され、また、外周酸化剤用ヘッド空間58Bに連通するガス導入ポート76には第2酸化剤供給通路78が接続される。この両酸化剤供給通路74、78の途中には、それぞれ第3開閉弁67C及び第4開閉弁67Dが介設される。

そして、両酸化剤供給通路74、78は合流され、この合流通路80にはマスフローコントローラのような流量制御器82が介設されて、酸化剤ガスとして所定量の例えば NO_2 ガスを内外周酸化剤ガス用ヘッド空間58Aまたは58Bへ

後述するように選択的に導入するようになっている。

【0021】

そして、各原料ガス用の噴射孔 5 2 は内周或いは外周原料ガス用ヘッド空間 5 6 A、5 6 B に連通されており、各酸化剤ガス用の噴射孔 5 4 は内周或いは外周酸化剤ガス用ヘッド空間 5 8 A、5 8 B に連通されている。具体的には、図 2 にも示すように、ガス噴射面 5 7 は同心状に中心側の内周ゾーン 8 4 とその外側のリング状の外周ゾーン 8 6 とにより区分されており、一点鎖線 8 8 が両ゾーン 8 4、8 6 の便宜上の境界線である。そして、内周ゾーン 8 4 内に位置する原料ガス用の噴射孔 5 2 A は内周原料ガス用ヘッド空間 5 6 A に連通され、外周ゾーン 8 6 内に位置する原料ガス用の噴射孔 5 2 B は外周原料ガス用ヘッド空間 5 6 B に連通される。

そして、内周ゾーン 8 4 内に位置する酸化剤ガス用の噴射孔 5 4 A は内周酸化剤ガス用ヘッド空間 5 8 A に連通され、外周ゾーン 8 6 内に位置する酸化剤ガス用の噴射孔 5 4 B は外周酸化剤ガス用ヘッド空間 5 8 B に連通される。

これにより、成膜初期の高真空成膜時（結晶核成膜時）には、内周ゾーン 8 4 側から Zr 材料抜ききの原料ガスを、外周ゾーン 8 6 側から酸化剤ガスをそれぞれ流し、次の低真空成膜時には、ヘッド全面から原料ガスと酸化剤ガスをそれぞれ略均等に出すようになっている。このため、成膜時に上記第 1 ～ 第 5 の各開閉弁 6 7 A、6 7 B、6 7 C、6 7 D、6 7 E の開閉を制御するためにバルブ開閉制御手段 9 0 が設けられている。

【0022】

一方、上記内外周原料ガス用ヘッド空間 5 6 A、5 6 B 及び内外周酸化剤ガス用ヘッド空間 5 8 A、5 8 B には、それぞれの空間内の圧力を検出する圧力検出手段として例えばキャパシタンスマノメータ 9 2 A、9 2 B、9 2 C、9 2 D が設けられている。そして、各マノメータ 9 2 A ～ 9 2 D の出力値は例えばマイクロコンピュータよりなる希釈ガス導入量制御手段 9 4 に入力されている。

一方、上記第 1 及び第 2 原料供給通路 6 2、6 6 と第 1 及び第 2 酸化剤供給通路 7 4、7 8 には、それぞれ希釈ガスとして、不活性ガスである N_2 ガスを導入する希釈ガス導入手段、すなわち不活性ガス路 9 6、9 8 がそれぞれ接続されて

いる。この不活性ガス路 96、98 には、マスフローコントローラのような流量制御器 100、102 がそれぞれ介設され、上記希釈ガス導入量制御手段 94 からの制御によりその流量を最適値になるように制御し得るようになっている。

【0023】

次に、以上のように構成された成膜処理装置を用いて行なわれる成膜処理について説明する。

まず、真空状態に維持された処理容器 4 内に未処理の半導体ウエハ W を搬入し、これを載置台 18 上に載置する。

そして、抵抗発熱体 22 によりウエハ W を所定のプロセス温度に維持すると共に、処理容器 4 内を真空引きして所定のプロセス圧力に維持しつつ、原料ガスと酸化剤ガスをシャワーヘッド部 50 から供給して成膜を開始する。

原料ガスとしては、液状の $Pb(DPM)_2$ 、 $Zr(t-OC_4H_9)_4$ 及び $Ti(i-OC_3H_7)_4$ の各材料をそれぞれ気化させてこれらを所定の流量ずつ流して混合させることにより混合ガスを形成し、これを用いる。上記 Pb 、 Zr 及び Ti の各材料の流量は、結晶核を成長させるために第 1 の真空雰囲気で行なう第 1 処理工程ではそれぞれ 0.1~10 sccm、0 sccm 及び 0.1~10 sccm 程度の範囲で最適な値を用い、本成膜を行なうために第 2 の真空雰囲気で行なう第 2 処理工程ではそれぞれ 0.1~10 sccm、0.1~10 sccm 及び 0.1~10 sccm 程度の範囲で最適な値を用いる。第 1 或いは第 2 原料供給通路 62 或いは 66 を介してシャワーヘッド部 50 に到達した混合状態の原料ガスは、内周或いは外周原料ガス用ヘッド空間 56A、56B に選択的に一旦流れ込み、これよりガス噴射面 57 に設けた各原料ガス用の噴射孔 52 から処理空間 S に供給されることになる。

【0024】

一方、第 1 或いは第 2 酸化剤供給通路 74 或いは 78 内を流れてきた NO_2 ガスはシャワーヘッド部 50 の内周或いは外周酸化剤ガス用ヘッド空間 58A、58B に選択的に到達し、これよりガス噴射面 57 に設けた各酸化剤ガス用の噴射孔 56 から処理空間 S に供給されることになる。このように処理空間 S に噴出された原料ガスと NO_2 ガスは、この処理空間 S で混合されて反応し、ウエハ表面

にCVDにより、例えばPTO膜（Oは酸素）の結晶核或いはPZT膜を堆積させることになる。

ここで本発明においては、全体の成膜工程は、高真空下においてPTO膜の結晶核を成長させる第1処理工程と、その後に低真空下において上記結晶核上にPZT膜を高い成膜レートで堆積させる第2処理工程よりなる。具体的には、第1処理工程では、図4（A）に示すように内周ゾーン84から2本矢印で示すように原料ガス（Zr材料ガスを除く）のみを導入すると共に、外周ゾーン86からは1本矢印に示すように酸化剤ガスのみを導入する。そして、第2処理工程では図4（B）に示すようにガス噴射面57の全面から原料ガス（Zr材料ガスも含む）と酸化剤ガスとを共に略均等に噴射する。

【0025】

具体的には、図3において第1処理工程では、弁制御手段90により第2、第3及び第5開閉弁67B、67C、67Eを閉状態とし、第1及び第4開閉弁67A、67Dを開状態にすることにより、内周原料ガス用ヘッド空間56AにZr材料抜ききの原料ガスを流し、外周酸化剤ガス用ヘッド空間58Bに酸化剤ガスを流す。これにより、処理空間Sへは内周ゾーン84においては内周原料ガス用の噴射孔52AからZr材料抜ききの原料ガスが導入され、外周ゾーン86においては外周酸化剤ガス用の噴射孔54Bから酸化剤ガスが導入される。この時のプロセス条件は、プロセス温度が400～450℃程度、プロセス圧力は100mTorr以下の高真空状態、好ましくは10mTorr前後の高真空状態とする。このように、ヘッド本体55の中心側からZr材料抜ききの原料ガスのみを供給し、この周囲を囲むようにして酸化剤ガスを供給することにより、高真空下においてウエハ面上に、PTO膜の結晶核を成長させることができる。

また、この高真空プロセスの時には、載置台18を上下動する昇降機構162を駆動してウエハWとシャワーヘッド部50の距離を大きくする。この距離は例えば20～150mm程度である。高真空下では、原料ガス、酸化剤ガスは拡散（分子流）によってウエハWに到達する。そのため、シャワーヘッド部50とウエハWとの距離が遠いほど原料ガス、酸化剤ガスが十分に拡散するので、膜厚の面内均一性が良くなる。また、高真空下では、処理容器4内における圧力の分布

にそれ程偏りが生じないので、シャワーヘッド部50とウエハWとの距離を変化させても、原料利用効率はほとんど同じとなる。

【0026】

このようにして、PTO膜の結晶核を成長させたならば、次に、第2の真空雰囲気で行なわれる第2処理工程へ移行する。

この第2処理工程では、第1～第5開閉弁67A～67Eを全て開状態とし、内外周原料ガス用ヘッド空間56A、56Bには原料ガス（Zr材料ガスも含む）を導入し、内外周酸化剤ガス用ヘッド空間58A、58Bには酸化剤ガスを導入する。これにより、全ての原料ガス用の噴射孔52A、52Bからは原料ガス（Zr材料ガスも含む）が噴射され、また、全ての酸化剤ガス用の噴射孔54A、54Bからは酸化剤ガスが噴射される。これにより、両ガスがガス噴射面57の略全面から均等に噴射されることになる。この時のプロセス条件は、プロセス温度が400～450℃程度、プロセス圧力は100mTorrよりも圧力が高い低真空状態、好ましくは100～1000mTorr程度の低真空状態とする。

【0027】

また、この低真空プロセスの時には、ウエハWとシャワーヘッド部50の距離を上記した高真空プロセス時よりも小さくする。この距離は、例えば5～30mm程度である。低真空では、原料ガス、酸化剤ガスは流れ（粘性流）によってウエハに到達する。そのため、シャワーヘッド部50とウエハWとの距離が遠い程原料ガス、酸化剤ガスの利用効率が悪くなる。逆に、シャワーヘッド部50とウエハWとの距離を近づける程原料ガス、酸化剤ガスの利用効率が良くなるので、成膜速度を向上させることができる。

また、低真空では、シャワーヘッド部50を上述のように設計することにより、シャワーヘッド部50から噴出されたガスが層流を形成して流れるようになり、ウエハWとシャワーヘッド部50の距離を近くしても成膜の膜厚の面内均一性がほとんど崩れることはない。低真空の場合について付け加えると、ウエハ表面に境界層という数mm以下のガス層ができる。この境界層の濃度はウエハWとシャワーヘッド部50の距離が短い程、濃度が高くなり、従って、成膜速度

はウエハーシャワーヘッド部間の距離が近い程大きくなる。

【0028】

このように、PbとTiの酸化物よりなる結晶核を下地として形成しておくことにより、本来なら600℃程度の高温でしか結晶成長できなかったPZT膜が下地のPTO結晶核の影響を受けて400～450℃程度の低温においても高い成膜レートで堆積されることになる。

これにより、先の第1処理工程で堆積された結晶核上にPZT膜が高い成膜レートで堆積されることになる。しかも、この時のPZT膜中の各元素の組成の面内均一性を非常に高くすることが可能となる。このPZT膜は、 $Pb(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$ のペロブスカイト構造を持つ。この時の結晶核及びPZT膜の堆積状態の模式図が図5に示されており、図示するように下部電極、例えばプラチナ下部電極上にまず第1処理工程でPTO結晶核112が成長し、その上に第2処理工程でPZT膜114が成長している。

【0029】

また、本発明においては、第1処理工程及び第2処理工程を通じて、シャワーヘッド本体55内で原料ガスや酸化剤ガスのリークが発生しないように、または、一度、処理空間S内へ噴出した原料ガスや酸化剤ガスがシャワーヘッド本体55内へ逆流してこないように、各ヘッド空間56A、56B、58A、58B内の圧力が一定になるように設定されている。

すなわち、一般に、シャワーヘッド本体55は、複数の例えばアルミニウム製のブロック体に凹凸をつけて、これらを結合することにより、1つのシャワーヘッド本体55を組み立てているが、その接合部は、どのように加工精度を上げたとしても非常に僅かな隙間が発生することは避けられない。

【0030】

そのため、シャワーヘッド本体55の原料ガス用ヘッド空間56と酸化剤ガス用ヘッド空間58との間に大きな圧力差が存在すると、上記したような非常に僅かな隙間を介していずれかのガスがリークして両ガスがシャワーヘッド本体55内で混入し、その結果、パーティクルが発生する場合が生ずる。このような現象は、リークが生じなくても、一旦処理空間Sに噴射されたいずれか一方のガスが

、圧力の低い他方のガスの噴射孔内を逆流して侵入する場合にも生ずる。

【0031】

そこで、本発明では、上記問題点を解決するために内外周原料ガス用ヘッド空間 5 6 A、5 6 B 及び内外周酸化剤ガス用ヘッド空間 5 8 A、5 8 B 内の圧力をそれぞれキャパシタンスマノメータ 9 2 A ~ 9 2 D により検出しており、この検出値に基づいて希釈ガス導入量制御手段 9 4 が N_2 ガスである希釈ガスの導入量をコントロールして現在稼働中の空間内の圧力値が実質的に同一になるようにしている。この場合の各空間の圧力差はそれ程厳密でなくてもよく、例えば $\pm 10\%$ 以内の圧力差ならば支障をきたすこともない。このように、 N_2 希釈ガスを圧力不足の空間に適宜供給することにより、稼働中の各空間の圧力差を実質的にゼロにすることができるので、シャワーヘッド本体 5 5 内で不都合なガスのリークが発生したり、或いは処理空間 S へ一旦噴射されたガスが逆流することを未然に防止することができる。

【0032】

図 6 はシャワーヘッド本体 5 5 内の空間と隙間を模式的に示す図である。凹凸の形成されたブロック体 A と凹凸の形成されたブロック体 B を接合して原料ガス用ヘッド空間 5 6 と酸化剤ガス用ヘッド空間 5 8 を区画分離する場合、両ブロック体 A、B の接合部に非常に僅かな隙間 1 1 6 が発生することは避けられない。ここで、 N_2 希釈ガスを適宜供給することにより、空間 5 6 の圧力 P 1 と空間 5 8 の圧力 P 2 とを実質的に同一に維持することにより、いずれか一方のガスが他方へリークすることを防止することが可能となる。尚、ここでは不活性ガスとして N_2 ガスを用いたが、これに限定されず他の不活性ガス、例えば He ガス、Ar ガス等を用いてもよい。

【0033】

また、図 2 に示すようにガス噴射面 5 7 の実質的な大きさは、ウエハ W の大きさ（図 2 中にて一点鎖線 1 1 8 で示す）に対して $\pm 10\%$ 程度の範囲内である。この場合、内周ゾーン 8 4 の直径は、ガス噴射面 5 7 の有効直径の $10\% \sim 70\%$ の範囲内に設定するのが好ましい。

上記した第 1 の発明においては、シャワーヘッド部よりなる処理ガス導入手段

を用い、この内部を複数の空間に区画分離することにより、異なるガス種を処理空間へ噴出させるようにしたが、これに限定されず、これより説明する第 2 の発明のように、処理ガス導入手段として内部構造が簡単なシャワーヘッド部と、その周囲に別個異なるガス導入手段とを組み合わせる用いるようにしてもよい。

【0034】

図 7 は第 2 の発明の第 1 実施例の処理ガス導入手段を示す構成図、図 8 は図 6 の処理ガス導入手段の天井部を下方から見た時の平面図である。図 7 において他の部分は先に図 1 において説明したと同様な構造なので図示省略している。この点は、後述する実施例においても同様である。

この第 1 実施例では、処理容器 4 の天井板 5 1 に、第 1 のガス導入手段としてのシャワーヘッド部 1 2 0 を設け、その取付部 1 2 0 A の周囲に別途、第 2 のガス導入手段 1 2 2 を設けて全体が処理ガス導入手段 1 2 4 を構成している。このシャワーヘッド部 1 2 0 は、略ベルジャー型に成形されて内部が 1 つの空間になされており、ガス噴射面 1 2 6 に略均一に多数の噴射孔 1 2 8 を形成してある。このシャワーヘッド部 1 2 0 には、P Z T 混合の原料ガス或いは酸化剤ガス (NO_2) ガスのいずれか一方、図示例では P Z T 原料ガスを導入するようになっている。

【0035】

一方、上記ガス導入手段 1 2 2 は、取付部 1 2 0 A の周囲に略等間隔で設けた複数個のガス孔 1 3 0 を有しており、各ガス孔 1 3 0 から NO_2 の酸化剤ガスを処理空間 S に向けて噴射するようになっている。この場合、ガス孔 1 3 0 が配列される円の直径 L 1 は、シャワーヘッド部 1 2 0 の直径よりも小さく設定されており、酸化剤ガスを噴射した時にシャワーヘッド部 1 2 0 の天板をバッフル板として機能させて酸化剤ガスの拡散を促進させるようになっている。

本実施例の場合には、処理空間 S に対してシャワーヘッド部 1 2 0 から例えば P Z T 原料ガスが噴射され、その周囲のガス導入手段 1 2 2 のガス孔 1 3 0 から酸化剤ガスが噴射される。これにより、ウエハ表面に組成の面内均一性の高い P Z T 膜を堆積させることができる。また、処理ガス導入手段 1 2 4 の構成もシンプル化でき、シャワーヘッド部 1 2 0 内でリークが発生する心配もない。また

、構成がシンプルなので他の部材、例えば冷却機構、加熱機構、或いは高周波機構の組み込みも容易に行なうことが可能となる。

【0036】

図9は第2の発明の第2実施例の処理ガス導入手段を示す構成図、図10は図9の処理ガス導入手段の横断面を示す図である。この処理ガス導入手段132では、第1のガス導入手段としてのシャワーヘッド部120の取付部120Aを長い筒体状にしており、また、第2のガス導入手段134は上記筒体状の取付部120Aを囲むようにして2重管構造になされた外筒136により構成されている。そして、この外筒136の天井部に上記取付部120Aの上端を貫通させて固定している。ここでも外筒136の下端開口の直径をシャワーヘッド部120の直径よりも小さくして、このシャワーヘッド部120の天板にバッフル板の機能を持たせている。

この場合にも、上記第1実施例と同様に、ウエハ表面に組成の面内均一性の高いPZT膜を堆積させることができ、ガスのリークの問題も生ずることはない。また、構造も大幅にシンプル化することができる。

【0037】

図11は第2の発明の第3実施例の処理ガス導入手段を示す構成図である。この処理ガス導入手段140は、第1実施例にて示したようなベルジャー型の第1のガス導入手段としてのシャワーヘッド部120とその周囲に設けた第2のガス導入手段142とにより構成されている。このガス導入手段142は、シャワーヘッド部120の側部と処理容器4の側部とを連結するように環状の仕切板144を設けることにより、断面三角形のリング状の空間よりなる別のシャワーヘッド構造を形成している。そして、上記仕切板144に多数のガス孔146を設けて、これよりNO₂ガスを処理空間Sに向けて噴射するようになっている。

この場合にも、上記第1実施例と同様に、ウエハ表面に組成の面内均一性の高いPZT膜を堆積させることができ、ガスのリークの問題も生ずることはない。また、構造も大幅にシンプル化することができる。

【0038】

図12は第2の発明の第4実施例の処理ガス導入手段を示す構成図、図13は

図 1 2 の処理ガス導入手段のガス導入手段を示す下面図である。この処理ガス導入手段 1 5 0 は、第 3 実施例にて示したようなベルジャー型のシャワーヘッド部 1 2 0 とその周囲に設けたガス導入手段 1 5 2 とにより構成されている。このガス導入手段 1 5 2 は、リング状のガス管 1 5 4 よりなり、これを処理容器 4 の天井部 5 1 に取り付けられている。そして、このガス管 1 5 4 の下面にその周方向に沿って多数のガス孔 1 5 6 を略等間隔で設け、これより処理空間 S に NO_2 ガスを噴出するようになっている。

この場合にも、上記第 1 実施例と同様に、ウエハ表面に組成の面内均一性の高い P Z T 膜を堆積させることができ、ガスのリークの問題も生ずることはない。また、構造も大幅にシンプル化することができる。

【 0 0 3 9 】

本実施例では、6 インチサイズのウエハを例にとって説明したが、これに限定されず、図 2 に示したような内周ゾーン 8 4 A の直径は、それぞれ 8 インチ或いは 1 2 インチなどのウエハサイズに対応して同等の比率で大きく設定されるのは勿論である。また、P Z T 膜を堆積させる原料として、ここでは Z r 原料として $\text{Zr}(\text{t-OC}_4\text{H}_9)_4$ を用いたが、これに替えて、 $\text{Zr}(\text{DPM})_4$ 、 $\text{Zr}(\text{i-OC}_3\text{H}_7)_4$ 、 $\text{Zr}(\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2)_4$ 、 $\text{Zr}(\text{C}_5\text{HF}_6\text{O}_2)_4$ 等、或いはこれらの Z r 原料群より選択される 2 以上の原料を用いてもよく、また、T i 原料として $\text{Ti}(\text{i-OC}_3\text{H}_7)_4$ を用いたが、これに替えて $\text{Ti}(\text{i-OC}_3\text{H}_7)_2$ (DPM)₂ 等を用いてもよい。

また、ここでは、強誘電体膜として P Z T 膜を成膜する場合を例にとって説明したが、これに限定されず他の有機金属材料を用いて成膜する場合、例えば $\text{BaSr}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ 等を成膜する場合にも、全て適用できるのは勿論である。また、酸化剤ガスとしては NO_2 のみならず、他のガス、例えば O_2 、 O_3 、 N_2O 等、或いはこれらの酸化剤ガス群より選択される 2 以上のガスも用いることができる。更に、被処理体としては、半導体ウエハに限定されず、LCD 基板、ガラス基板等にも適用できるのは勿論である。

【 0 0 4 0 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の成膜処理装置及び成膜処理方法によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。

請求項 1 ～ 5、 8 ～ 1 1、 1 4 及び 1 5 に規定する発明によれば、原料ガスを処理ガス導入手段としての例えばシャワーヘッド本体の内周ゾーンから供給し、酸化剤ガスを外周ゾーンから供給した状態で高真空処理を行なうことにより各結晶膜を堆積し、次に、上記両ガスをシャワーヘッド本体から略均一に供給した状態で低真空処理を行なうことにより、低温で高い成膜レートで P Z T 膜を堆積させることができる。

請求項 6 及び 1 2 に規定する発明によれば、処理ガス導入手段である例えばシャワーヘッド本体内部における原料ガスの貯留空間と酸化剤ガスの貯留空間との間の圧力差が実質的にゼロにし、従って、シャワーヘッド本体内で両ガスが混ざるようなリークが発生することはほとんどなくなり、混入反応に伴うパーティクルの発生を抑制することができ、しかも一旦処理空間に噴出したガスが他のガスの噴射孔から逆流することも阻止することができる。

請求項 7 及び 1 3 に規定する発明によれば、第 1 のガス導入手段であるシャワーヘッド部から例えば原料ガスを導入し、この原料ガスの周囲を囲むようにして酸化剤ガス用の第 2 のガス導入手段から酸化剤ガスを導入することにより、組成の面内均一性の高い膜を堆積させることができ、コンパクトな装置構成にもなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る成膜処理装置を示す構成図である。

【図 2】

図 1 中に示す処理ガス導入手段のシャワーヘッド部のガス噴射面を示す平面図である。

【図 3】

シャワーヘッド部を示す断面図である。

【図 4】

原料ガスと酸化剤ガスの噴出パターンを模式的に示す図である。

【図 5】

結晶核及び P Z T 膜の堆積状態を示すの模式図である。

【図 6】

シャワーヘッド本体内の空間と隙間を模式的に示す図である。

【図 7】

第 2 の発明の第 1 実施例の処理ガス導入手段を示す構成図である。

【図 8】

図 6 の処理ガス導入手段の天井部を下方から見た時の平面図である。

【図 9】

第 2 の発明の第 2 実施例の処理ガス導入手段を示す構成図である。

【図 1 0】

図 9 の処理ガス導入手段の横断面を示す図である。

【図 1 1】

第 2 の発明の第 3 実施例の処理ガス導入手段を示す構成図である。

【図 1 2】

第 2 の発明の第 4 実施例の処理ガス導入手段を示す構成図である。

【図 1 3】

図 1 2 の処理ガス導入手段のガス導入手段を示す下面図である。

【符号の説明】

2 成膜処理装置

4 処理容器

5 0 シャワーヘッド部（処理ガス導入手段）

5 2, 5 2 A, 5 2 B 原料用ガスの噴射孔

5 4, 5 4 A, 5 4 B 酸化剤ガス用の噴射孔

5 5 シャワーヘッド本体

5 6, 5 6 A, 5 6 B 原料ガス用ヘッド空間

5 7 ガス噴射面

5 8, 5 8 A, 5 8 B 酸化剤ガス用ヘッド空間

6 7 A ~ 6 7 E 開閉弁

84 内周ゾーン

86 外周ゾーン

88 境界線

90 弁制御手段

92A～92D キャパシタンスマノメータ（圧力検出手段）

94 希釈ガス導入量制御手段

96, 98 不活性ガス路（希釈ガス導入手段）

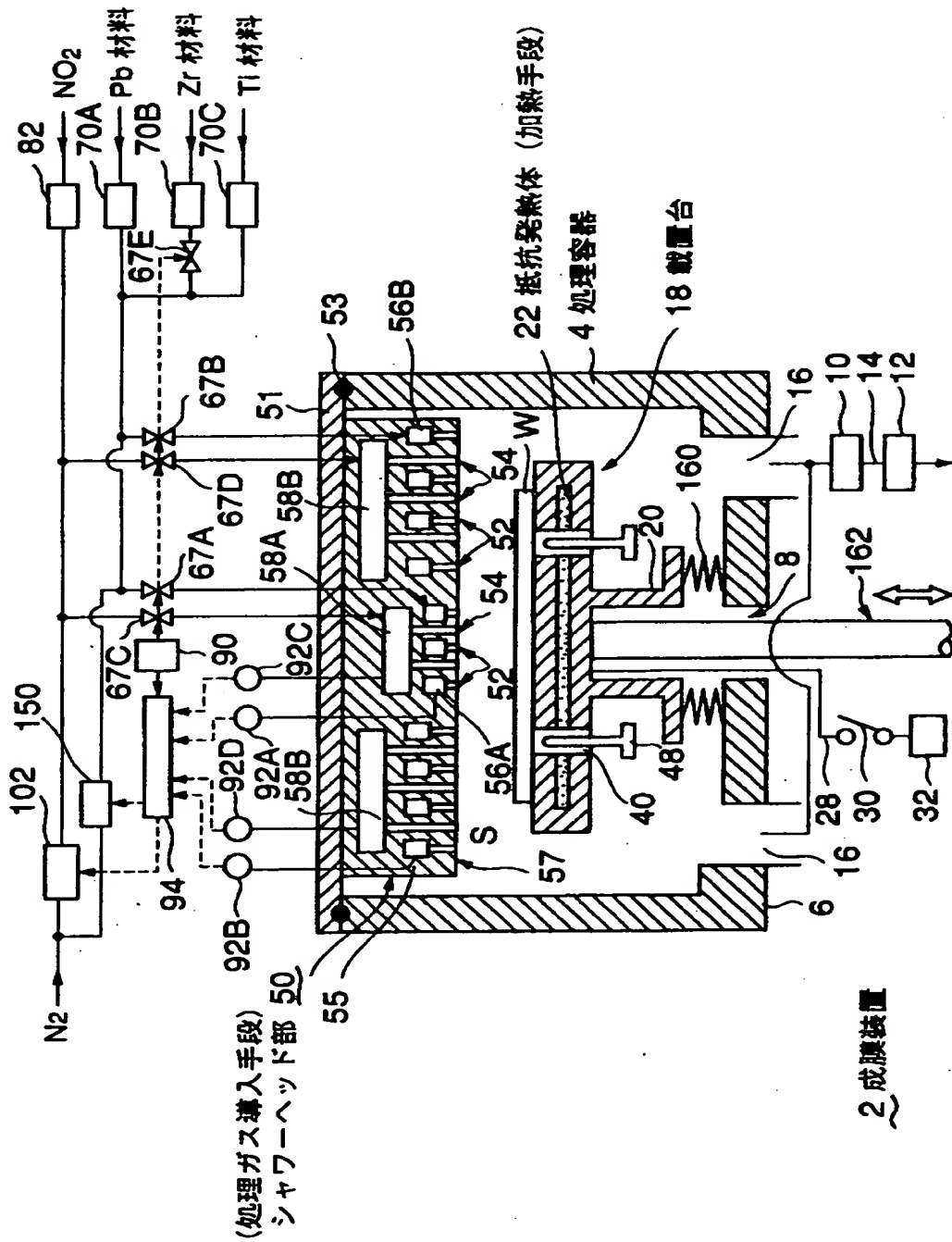
S 処理空間

W 半導体ウエハ（被処理体）

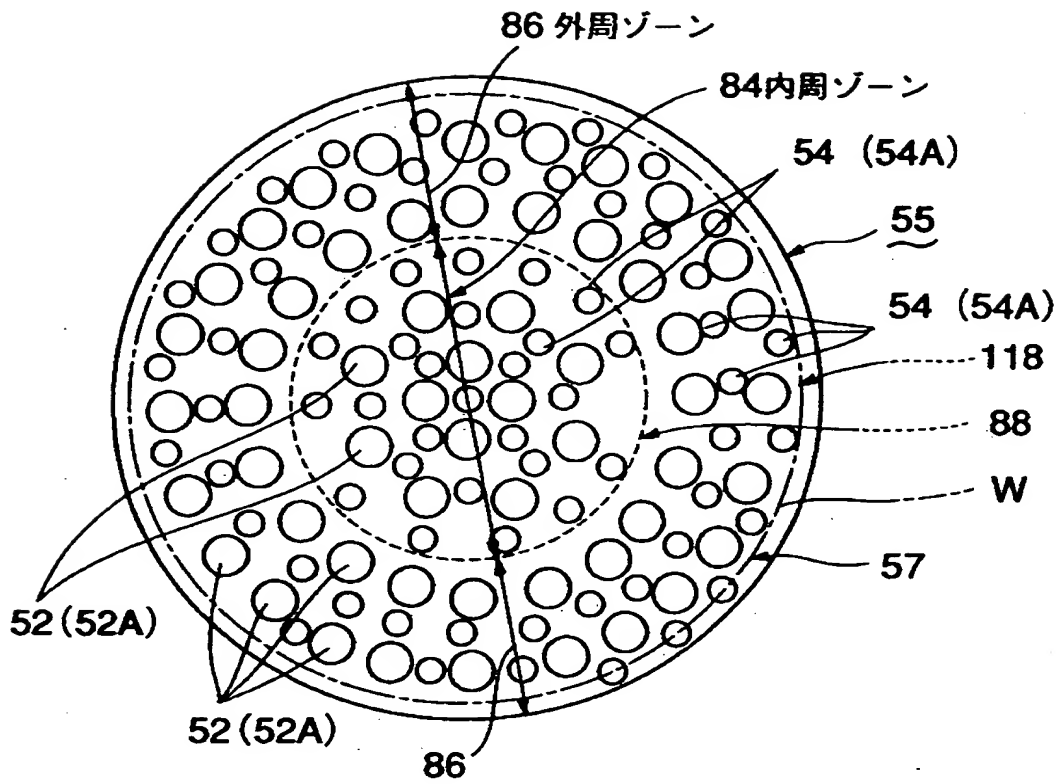
【書類名】

図面

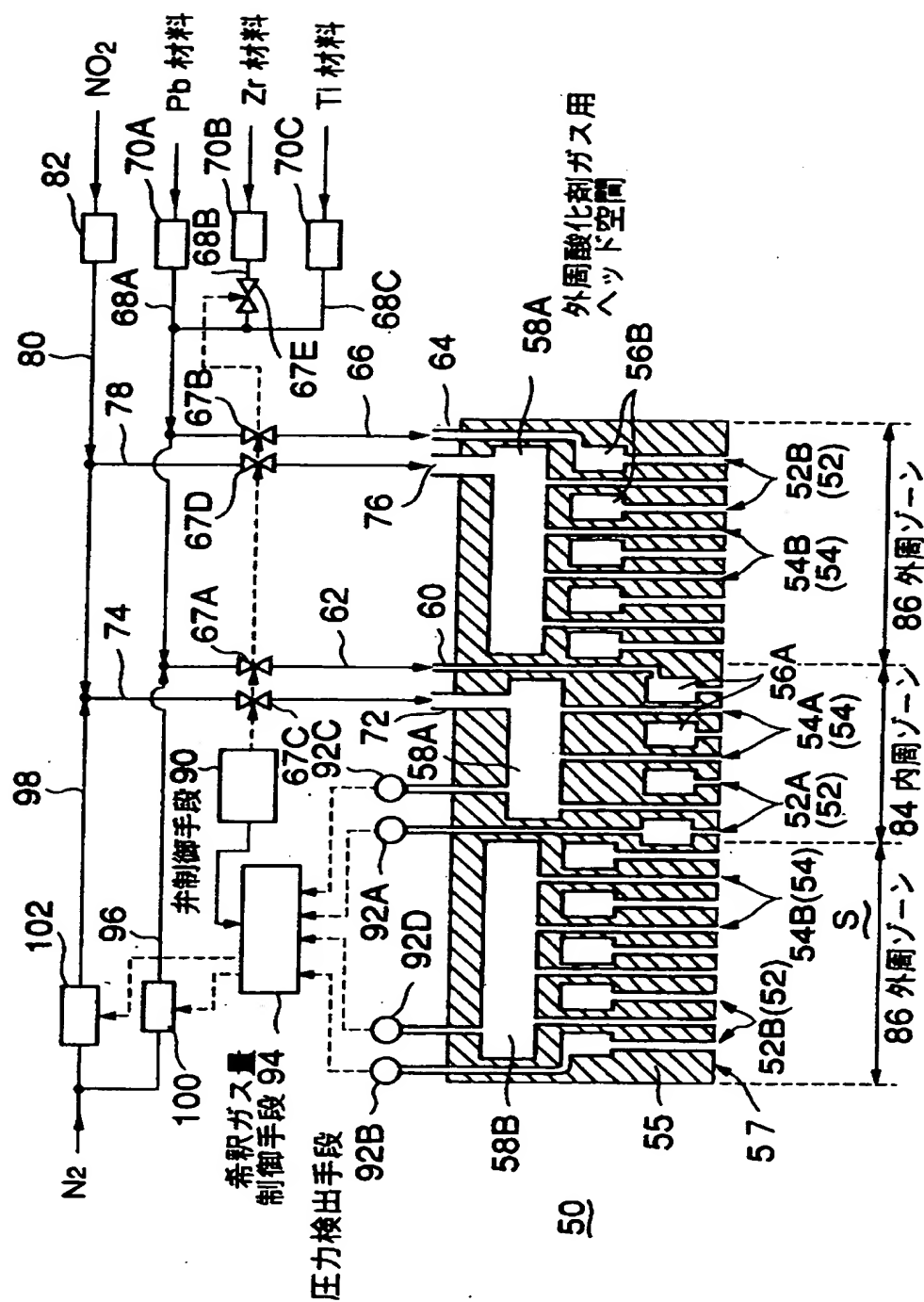
【図 1】



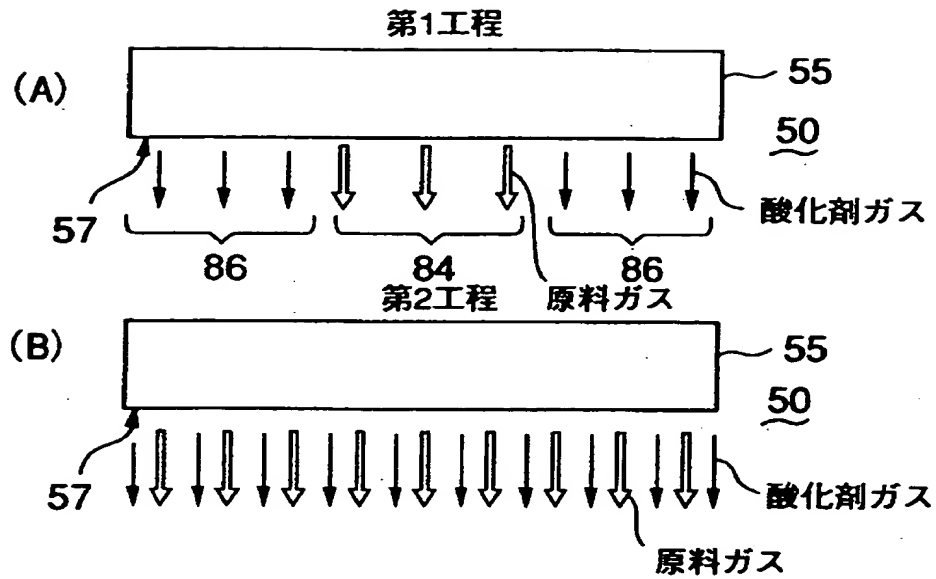
【図 2】



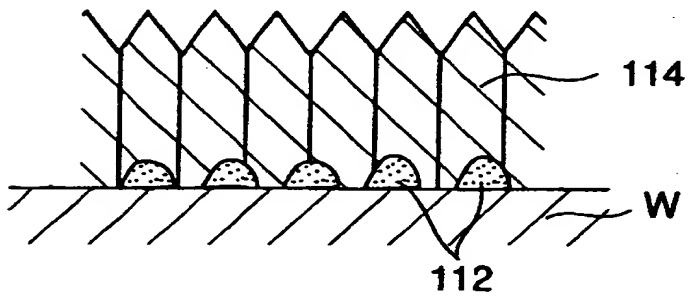
【図 3】



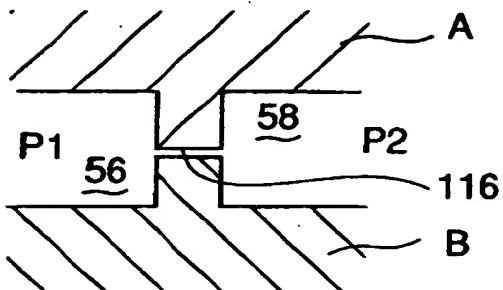
【図 4】



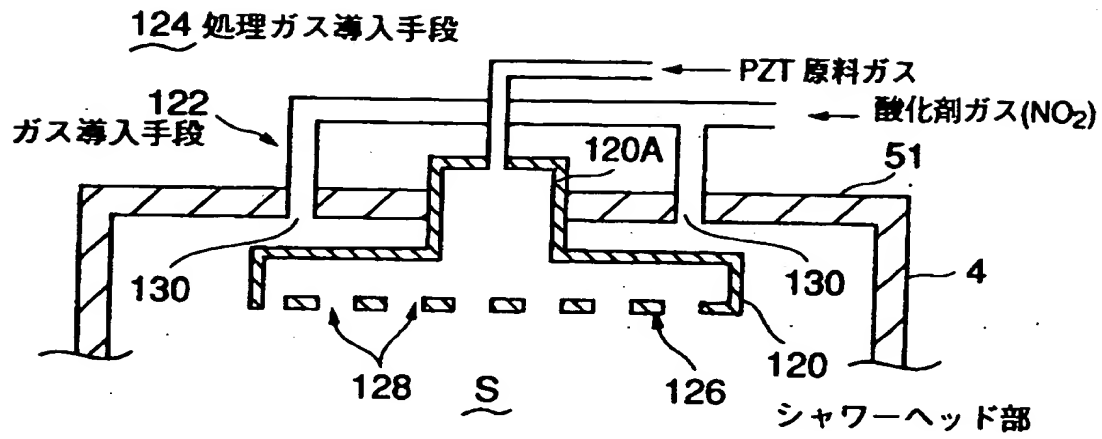
【図 5】



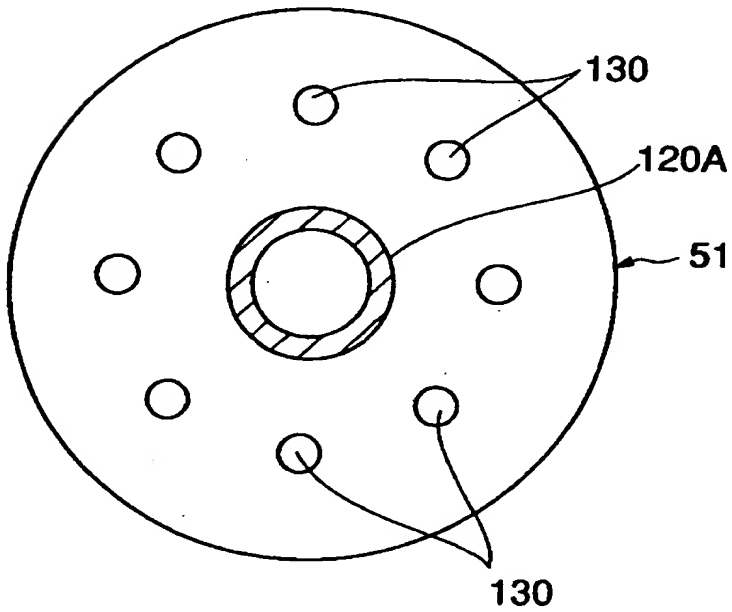
【図 6】



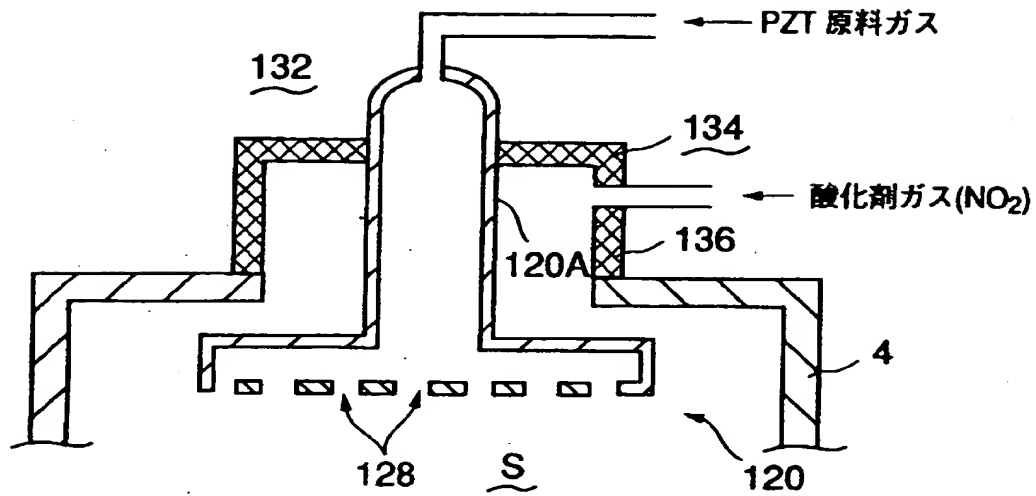
【図 7】



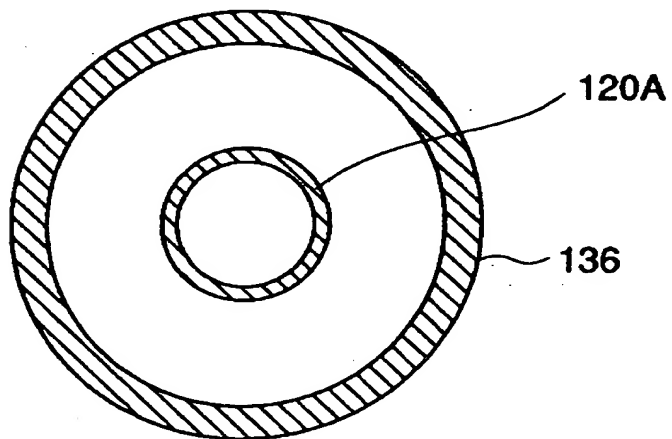
【図 8】



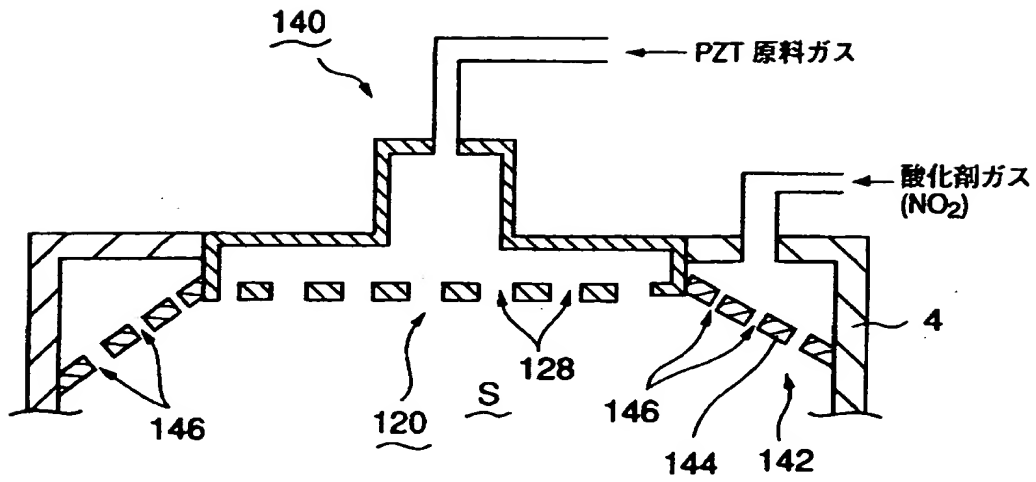
【図 9】



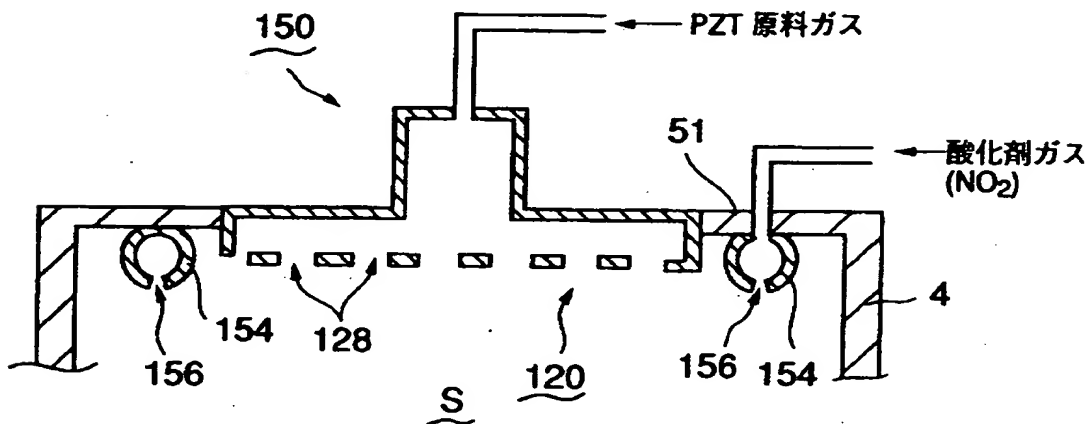
【図 10】



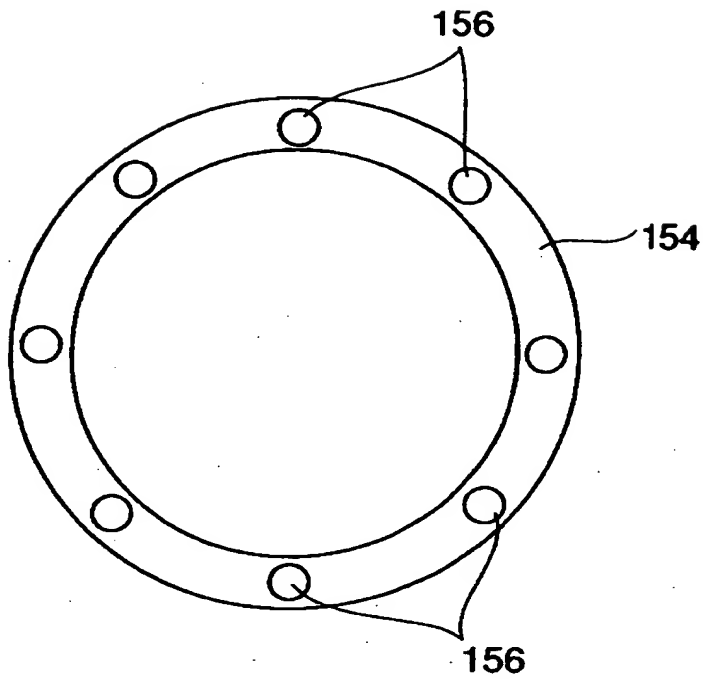
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 多元素の金属酸化物を用いた膜中における元素組成の均一性を高く維持することができ、しかも成膜速度も大きなガス導入構造を提供する。

【解決手段】 原料ガスと酸化剤ガスとを処理容器 4 内に導入し、被処理体 W に所定の膜を成膜する成膜処理装置であって、前記原料ガスと酸化剤ガスとを前記処理容器内に導入可能に構成された処理ガス導入手段 5 0 と、前記処理容器内を所定の真空度に排気可能に構成された排気手段 1 0, 1 2, 1 4 と、成膜処理工程の際、第 1 の真空雰囲気時には、前記原料ガスを前記被処理体中央部付近に、かつ、前記酸化剤ガスを前記被処理体周辺部付近に供給し、さらに、第 1 の真空雰囲気により高圧の第 2 の真空雰囲気時には、前記原料ガスと前記酸化剤ガスとを前記被処理体略全面に対して供給可能に構成された、処理ガス供給手段 6 7 A ~ 6 7 E, 9 0 とを設ける。これにより、多元素の金属酸化物を用いた膜中における元素組成の均一性を高く維持することができ、しかも成膜速度も大きくすることが可能となる。

【選択図】 図 1

特平 11-2458

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第245836号
受付番号	59900844538
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成11年 9月21日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成11年 8月31日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日	1994年 9月 5日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名	東京エレクトロン株式会社

THIS PAGE BLANK (USPTO)